Aus der Orthopädischen Universitätsklinik Tübingen
Direktor: em. o. Professor Dr. med. Lothar Kreuz

Röntgenologisch nachweisbare Sekundärveränderungen an Krukenberg-Greifarmen

(Ergebnisse einer Nachuntersuchungsserie
ca. 15 - 18 Jahre nach der Operation)

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
HELGA FRANKE
aus Berlin

1962

7233

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549607_0047

Aus der Orthopädischen Universitätsklinik Tübingen
Direktor: em. o. Professor Dr. med. Lothar Kreuz

Röntgenologisch nachweisbare Sekundärveränderungen an Krukenberg-Greifarmen

(Ergebnisse einer Nachuntersuchungsserie
ca. 15 - 18 Jahre nach der Operation)

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
HELGA FRANKE
aus Berlin

1962

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Dekan: Professor Dr.med. Karl Brecht

Berichterstatter: Professor Dr.med. Otto Boos

2.Berichterstatter: Professor Dr.med. Lothar Kreuz

Fotodruck PRÄZIS · Tübingen

Inhaltsangabe

EINLEITUNG

A DAS ELLBOGENGELENK
1. Anatomische Vorbemerkungen zum Ellbogengelenk eines nach Krukenberg umgewandelten Unterarmes
2. Sekundärveränderungen

B DER UNTERARM, insbesondere der proximale Abschnitt
1. Anatomische Vorbemerkungen
2. Sekundärveränderungen

C DIE STUMPFSPITZEN
1. Anatomische Vorbemerkungen
2. Sekundärveränderungen
3. Ursache und eventuelle Verhütung von Stumpfspitzenexostosen

D KASUISTIK

ZUSAMMENFASSUNG

Der Handverlust gehört zu den schwerwiegendsten Verletzungen, die ein Mensch erleiden kann. Er verliert hierdurch nicht nur die Greifmöglichkeit, sondern auch einen Teil der individuellen Ausdrucksmöglichkeit und des Empfindens. Die operative Versorgung von Ohnhändern mit dem Greifarm nach Krukenberg stellt eine Maßnahme dar, die diesen Verlust wenigstens teilweise ersetzt. Unter Erhaltung eines gewissen natürlichen Empfindungsvermögens wird eine Greifmöglichkeit geschaffen, die für viele Vorgänge des täglichen Lebens ausreicht und unter bestimmten Voraussetzungen sogar berufliche Sonderleistungen erlaubt. Der Erfolg jeder operativen Maßnahme ist am besten zu beurteilen, wenn man in größeren Zeitabständen die Befunde nochkontrolliert. Gerade bei funktionsverbessernden Eingriffen ist es oft erstaunlich, was im Verlauf der Jahre noch an Leistungen erarbeitet werden kann.

Wir haben Ohnhänder nachuntersucht, die vor etwa 10-15 Jahren nach der Krukenberg-Methode versorgt worden sind. Bei dieser Nachuntersuchung stellten wir uns unter anderem auch die Frage, ob und in welchem Maße es an den Unterarmstümpfen zu Sekundärveränderungen gekommen ist, die als Folge der Unterarmspaltung anzusehen sind.

Nachuntersucht wurden 108 Ohnhänder in Baden-Württemberg und Bayern. Davon waren 76 einseitig und 32 beiderseits nach Krukenberg versorgt, so daß wir 140 Greifarme untersuchten. Geröntgt wurden 28 Ohnhänder, wovon 18 einseitig und 10 beidseitig einen Greifarm besitzen, so daß von 38 Greifarmen Röntgenaufnahmen angefertigt wurden.

Näheres über Bedingungen und Erschwernisse der Untersuchungen wird in der Arbeit an den entsprechenden Stellen Erwähnung finden.

Bei den Ohnhändern handelt es sich meist um Kriegsversehrte, die ihre Verletzungen bei Minenverlegen und -suchen, bei vorzeitiger Explosion oder bei Beschuß der eigenen Handgranaten erlitten. Nur wenige sind Versehrte aus dem 1. Weltkrieg oder verloren ihre Hände durch einen Unfall. Einige

allerdings erlitten Sprengkörperverletzungen nach dem 2. Weltkrieg (z.B. Kinder beim Spielen mit gefundenen Sprengkörpern!). Diese Ohnhänder wurden von etwa 33 verschiedenen Operateuren versorgt. Wir erhielten also einen Querschnitt durch mehrere Schulen, wenn auch der größte Teil - die Hälfte - von der KREUZ'schen Schule versorgt wurde (69 von 140 Greifarmen) und etwa 1/7 in Bad Tölz in der LANG'schen Schule (21 von 140 Greifarmen).

Wir untersuchten die Greifarme sowohl morphologisch als auch funktionell. Notwendigerweise traten bei einer derartigen Untersuchung die Probleme der Funktionshemmnisse mit zutage. Dabei erwiesen sich diese Funktionsminderungen z.T. nicht nur durch organische Veränderungen bedingt, sondern sie waren nicht selten durch ungenügende Nachbehandlung, mangelnde Übung oder psychische Fehlhaltungen verursacht.

A 1. Zur Anatomie des Ellbogengelenkes nach Krukenberg-Operation

Nach der Krukenberg-Operation bleiben die ursprünglichen Bewegungsmöglichkeiten erhalten. Aber es treten neue Funktionen zu den alten hinzu und zwar für jedes der 3 Gelenke jeweils verschiedener Art.

Das Radio-Humeralgelenk erhält eine neue Bewegungsmöglichkeit. Es wird partiell der 3. Grad Bewegungsfreiheit eines Kugelgelenkes möglich, da zwei wichtige physiologische Hemmungen wegfallen: ca. 2/3 der Zwischenknochenmembran und das distale Radio-Ulnar-Gelenk. Diese Bewegung ist die Radiusab- und adduktion gegen die fixierte Ulna um eine dorso-volare Achse. Sie war gelenkmechanisch gesehen das Ziel der Krukenberg-Operation.

Im proximalen Radio-Ulnar-Gelenk kommt mit der Radiusab- und -adduktion ebenfalls eine neue Bewegungsfunktion zur ursprünglichen Umwendbewegung hinzu. Nach der Krukenberg-

Operation ist das proximale Radio-Ulnar-Gelenk ein Gelenk mit zwei Graden von Bewegungsfreiheit. Als reine Abduktion kann man die Radiusbewegung nur in Supinationsstellung des Unterarms betrachten. In der Mittelstellung der Umwendbewegung handelt es sich praktisch um eine isolierte Radiusbeugung gegen den Oberarm.

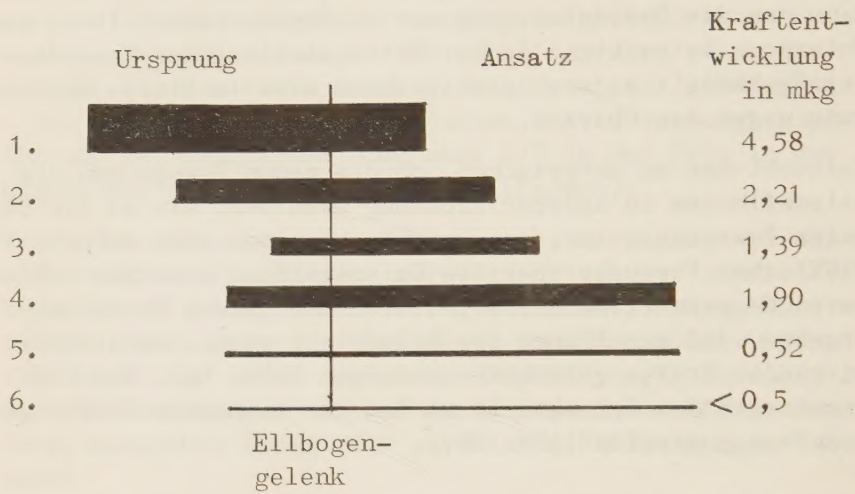
Versucht man zu untersuchen, ob die neuen Bewegungen die Gelenkflächen in anderer Richtung benutzen, als es die normalen Bewegungen tun, oder nicht, kann man sich auf die FICK'schen Versuche über die Gelenkbildung zwischen schleifbaren Körpern (z.B. aus Gips) beziehen. Diese Versuche ergeben, daß zur Pfanne der Gelenkteil würde, an dem die wirkenden Kräfte gelenknahe ansetzen (Abb. 6a). Zum Kopf formt sich der Gelenkteil, an dem die wirksamen Kräfte gelenkfern angreifen (Abb. 6b).

Die Radiusab- und -adduktion sind nach den obenstehenden Ausführungen Bewegungsfunktion der beiden Gelenke des Radiusköpfchens.

Nach den Angaben RAUTENBERGs, ermittelt aus elektrischen Reizversuchen, sind für die Radiusabduktion im Sinne einer Greifzangenöffnung folgende Muskeln von Bedeutung:

1. Biceps
2. Brachioradialis
3. Pronator teres
4. Ext. carpi longus et brevis
5. Flexor carpi radialis
6. Flexor digit. superficialis (radialer Teil)

(s. Diagramm S. 4 oben)



Das Diagramm zu der Aufstellung der wirksamen Muskeln soll grob schematisiert das Verhältnis der Muskelursprungs- und -ansatzstrecken vom Ellenbogengelenk aus gesehen darstellen. Die Breitenangaben sollen ebenfalls grob schematisiert, eine Vorstellung von der Kraftentwicklung der einzelnen Muskeln vermitteln. Es sind die Werte der Beugekraftentwicklung bei Mittelstellung der Umwendbewegung (nach FICK III:320).

Schematisiert man die Verhältnisse am Radio-Humeral-Gelenk zu einem Analogon zu den FICK'schen Versuchen, so gilt: Die Bicepswirkung am Krukenberg-Greifarm ist gleichsinnig der Beanspruchung der Gelenkflächen bei normaler Gelenkfunktion (Abb. 7a). Die übrigen Muskeln zeigen eine entgegengesetzte Beanspruchungstendenz (Abb. 7b). Die gleichsinnige und die entgegengesetzte Beanspruchungstendenz dürften einander etwa ausgleichen, so daß im Humero-Radial-Gelenk eines Krukenberg-Greifarmes zwar mit einer erhöhten, aber nicht mit einer allzu unphysiologisch gerichteten Beanspruchung zu rechnen ist.

An dem proximalen Radio-Ulnar-Gelenk gelten annähernd die gleichen Verhältnisse für die Ursprungs- und Ansatzstrecken und die Kraftentwicklung der wirksamen Muskeln. Nur wirken an diesem nahe und fern angreifende Muskeln im gleichen Sinne, wie die Gelenkflächen geformt sind bei normal gestaltetem Unterarm (Abb. 8). Auch an diesem Gelenk bewirkt die neue Bewegung zwar eine erhöhte, aber keine grundsätzlich veränderte Beanspruchung.

Die Mehrbeanspruchung im Humero-Ulnar-Gelenk beruht nicht auf einer neuen Bewegung, sondern auf vermehrtem und verändertem Druck, besonders im ulnaren Abschnitt des Gelenkes: Es muß bei den Radiusbewegungen des Greifaktes die Ulna muskulär fixiert werden (Triceps- und Brachialiswirkung). Wahrscheinlich vermag die im Vergleich zur Greifzangenöffnungsmuskulatur ungleich viel schwächere Muskulatur, die zur Ulna-Fixation zur Verfügung steht, die Ulna eben doch nicht völlig zu fixieren. Dann sind während der Radiusbewegung kleine Wackel- und Schränkbewegungen denkbar. Beim Greifakt muß man im ulnaren Gelenkabschnitt eine Druckentwicklung annehmen, wenn er Radius wieder abduziert wird. Dann klafft der Gelenkspalt radial, während der ulnar zusammengedrückt wird (Abb. 9).

Zudem muß man noch berücksichtigen, daß der Gelenkknorpel des normalen Ellbogengelenkes, wie überhaupt alle Gewebe der oberen Gliedmaßen weniger auf Druck beansprucht wird. Infolgedessen wird der Gelenkknorpelbelag des Ellbogens nicht so stark auf Druck belastbar sein, wie etwa im Kniegelenk. Aus den kleinen Schränkbewegungen, der Druckentwicklung im ulnaren Gelenkabschnitt und der geringen Belastbarkeit des Knorpels auf Druck resultiert eine wesentlich veränderte Beanspruchung des Humero-Ulnargelenkes nach der Krukenberg-Operation.

A 2. SEKUNDÄRVERÄNDERUNGEN

Zur Diskussion stehen die nicht-entzündlichen, degenerativen Erkrankungen an Gelenken und in ihrer Umgebung. Es handelt sich überwiegend um lokalisierte Leiden. Für die folgende Arbeit sind von Bedeutung:

1. die Arthrosis deformans
2. die Osteochondrosis dissecans.

Im Rahmen dieser Arbeit können außer Betracht bleiben:

3. die Epikondylitis humeri
4. die Tendinosen.

Die Arthrosis deformans des Ellbogengelenkes wird nach Statistiken der Kliniker mit weniger als 3 % aller Arthrosen angegeben (WATERMANN zit. nach HACKENBROCH und PITZEN). Nach Angaben der Pathologen (HEINE zit. nach HACKENBROCH) steht das Ellbogengelenk an 2. Stelle. Daraus scheint der Schluß berechtigt, daß wesentlich mehr Ellbogengelenke arthrotisch verändert sind, als klinisch manifest werden, d.h. Beschwerden machen. Das gilt offenbar auch für die Patienten mit Krukenberg-Greifarmen.
Es konnten leider aus technischen Gründen nicht von allen Untersuchten Röntgenbilder angefertigt werden, nicht einmal von allen, bei denen es auf Grund von Beschwerden oder Tastbefunden besonders angezeigt gewesen wäre. Die Untersuchungen fanden nämlich meistens in den Wohnungen der Versehrten und oft in sehr kleinen und abgelegenen Ortschaften statt. Erschwerend für die Auswertung des erbrachten Materials wirkt außerdem die unterschiedliche Technik der Röntgenaufnahmen aus den verschiedenen Krankenhäusern.

Zur Diagnose auf Grund von Röntgenbildern sagt SCHULTE: A.p. und p.a. Aufnahmen geben kein adäquates Bild der arthrotischen Veränderungen. Besser sei eine radio-ulnare Projektion bei extremer Pronation. Aber auch dann seien die pathologisch-anatomischen Befunde meist noch größer,

als das Röntgenbild häufig vermuten lasse.

Die Frage, wieweit die Untersuchten Sekundärveränderungen im Ellbogengelenk bei ähnlicher funktioneller Belastung (Arbeit) und bei gleicher Abnutzung (Alter) ohne Handverlust erlitten hätten, ist bei beidseitig nach Krukenberg-Operierten kaum zu beantworten. Auch bei einseitig nach Krukenberg-Operierten ist das nur bedingt möglich. Die Kontrolle der Gegenseite läßt keine eindeutigen Rückschlüsse zu. Ein Stumpfellbogengelenk, ob mit oder ohne Prothese wird anders beansprucht, als ein Ellbogengelenk, das im Dienst einer gesunden Hand steht. Und auch bei Vorliegen eines einseitigen Krukenberg-Greifarmes mit einer gesunden Gegenseite wäre das Resultat eines Seitenvergleiches unzuverlässig, weil hier die gesunde Seite mehr beansprucht würde. Die oben gestellte Frage wird sich u.E. auch bei noch so großem Untersuchungsmaterial kaum klar beantworten lassen.

Die Untersuchung der anantomisch-funktionellen Situation am Krukenberg-Greifarm hatte ergeben, daß das Humero-Radialgelenk auf veränderte Bewegungsmechanik beansprucht wird. Für das Humero-Ulnargelenk hatte sich eine veränderte Beanspruchung auf Druck ergeben, was auf Grund der Röntgenbefunde besonders für den ulnaren Gelenkabschnitt noch einmal besonders hervorgehoben werden muß.

Bevor auf das Untersuchungsmaterial und auf Einzelheiten näher eingegangen wird, soll ein allgemeiner, zusammenfassender Überblick gegeben werden:

Gelenkmäuse wurden weder getastet, nur einmal zufällig röntgenologisch festgestellt, noch fanden sich anamnestisch Angaben über Einklemmungserscheinungen. Damit ist es wenig wahrscheinlich, daß Osteochondrosis diessecans häufiger auftritt, als bei Menschen mit normalen oberen Extremitäten.

Damit wäre die Arthrosis deformans die einzige Sekundärveränderung, die in unserem Zusammenhang von Interesse ist. Auffällig ist der bevorzugte Befall des ulnaren Abschnittes des Humero-Ulnargelenkes. Dieser Befund steht ganz im Gegen-

satz zu den Beobachtungen an Ellbogenarthrosen bei Menschen, die ihre Hände noch besitzen, bei denen am häufigsten das Humero-Radialgelenk befallen wird. Der bevorzugte Befall des Humero-Ulnargelenkes ist dadurch zu erklären, daß im Ellbogengelenk normalerweise statische Beanspruchungen kaum eine Rolle spielen. Eine derartige Belastungsform resultiert bei der Fixation der Ulna während der Bewegung der Radiusbranche des Krukenberg-Greifarmes. Sie ist ungewohnt, neu, streng genommen unphysiologisch. Die veränderte Gelenkmechanik (s.o.) prädestiniert den ulnaren Genlenkabschnitt des Humero-Ulnargelenkes geradezu zur Ausbildung einer Arthrose.

Von den 108 untersuchten Ohnhändern wurden bei 28 "Knirschen, Knarren oder Krachen" im Ellbogengelenk teils bei Beuge- und Streck-, teils bei der Zangenbewegung, teils bei beiden Bewegungsarten angegeben oder gefühlt. Nur bei 7 dieser Patienten konnten wegen der äußeren Umstände (s. o.) Röntgenaufnahmen gemacht werden.

Es wurden geröntgt insgesamt ..... 28 Ohnhänder
Nach Krukenberg waren davon versorgt
einseitig ..... 18 "
beidseitig ..... 10 "
Es liegen also Aufnahmen vor von ..... 38 Greifzangen

Es wurden dabei nicht nur Patienten mit Reibegeräuschen oder Bewegungseinschränkungen, sondern auch solche ohne klinischen Befund geröntgt.

Unter den 28 Geröntgten
boten Reibegeräusche ..... 10 Ohnhänder
wiesen keinen klinischen Befund auf ..... 18 "

Die zur Verfügung stehenden Röntgenbilder stellen in keinerweise eine Auswahl nach bestimmten Gesichtspunkten dar. Die einzelnen Patienten sind an den verschiedensten Stel-

len versorgt worden. Es liegen Aufnahmen sowohl von sehenden, als auch von blinden Ohnhändern vor. Auch in beruflicher Hinsicht gehören die Geröntgten zu ganz unterschiedlichen Berufsgruppen.

I Operateure

	von den 38 geröntgten Greifzangen:	von den 140 Greifarmen der ganzen Untersuchungsserie:
Oskar-Helene-Heim Berlin		
Prof. Kreuz	5	..... 20 Greifzangen
Prof. Boos	13	..... 34 "
Mitarbeiter	5	..... 15 "
insgesamt	23	..... 69 Greifzangen
Versorungskrankenhaus Bad Tölz		
(Prof. Lange/ Prof. Witt)	8	..... 21 Greifzangen
Prof. Lebsche/ München	4	..... 15 "
Einzeloperateure	3	..... 35 "
insgesamt operierten ca. 33 Operateure	38 geröntgte	140 angelegte Greifzangen

II Sehend/blind

Von den 28 geröntgten Ohnhändern waren
sehend ..... 23 Ohnhänder
blind ..... 5 "

Von den 108 Ohnhändern der ganzen Untersuchungsserie waren
sehend ..... 75 "
blind ..... 33 "

III Beruf

	Zahl unter den 28 Geröntgten	Verteilung beim gesamten Untersuchungsmaterial
Kein Beruf (sehr oft aber Hobbies)	9	42
Angestellte	8	24
leichte Arbeit (Bote, Wächter, Telefonist, Pförtner, Fahrstuhlführer, Hilfsarbeiter)	6	22
Landwirtschaft u. Schwerarbeiter	2	4
Eigenes Geschäft	0	3
Heimarbeit (Mattenflechten, Pensionsbetrieb, Kleinviehzucht)	1	7
Kfz-Fahrer	1	2
Tanzmusiker	1	1
Kunstmaler	0	1

Beruf	Zahl unter den 28 Geröntgten	Verteilung beim gesamten Untersuchungsmaterial
Dozent	0	1
jetzt Rentner, aber noch als Ohnhänder gearbeitet	0	3

Es ist also festzustellen, daß die Röntgenbilder von einer kleinen und sehr unterschiedlich zusammengesetzten Ohnhändergruppe stammen. Die Unterschiede in dieser Gruppe entsprechen in etwa den Verschiedenheiten aller Untersuchten.

Die Röntgenbilder wurden in der Mehrzahl bei geschlossenem und geöffnetem Greifarm je einmal seitlich und einmal a.p. angefertigt.

Von der Gegenseite der einseitig nach Krukenberg Versorgten stehen nun 15 mal die Kontrollaufnahmen zur Verfügung, d.h. 3 mal fehlen solche Kontrollaufnahmen.

Die 10 Ohnhänder, die beidseits einen Greifarm besitzen, sind auch beidseits geröntgt.

Befunde

Es wurden 38 Greifarmellbogengelenke geröntgt.

Röntgenologisch o.B. waren die Ellbogengelenke an ..... 13 Greifarmen

Starke Veränderungen in allen 3 Teilgelenken an ..... 2 "

Mäßige Veränderungen in allen 3 Teilgelenken an ..... 4 "

Leichte Veränderungen in allen 3 Teilgelenken an ..... 5 "

Mäßige Veränderungen in Humero- und Radio-Ulnar-Gelenk an ..... 1 Greifarm

Leichte Veränderungen in Humero-Ulnar- und -Radial-Gelenk an ..... 10 Greifarmen

Leichte Veränderungen allein im Radio-Ulnar-Gelenk an ..... 2 "

Leichte Veränderungen allein im Humero-Ulnar-Gelenk an ..... 1 Greifarm

Olecranonsporn an ..... 4 Greifarmen

Von den 15 Kontrollaufnahmen der Gegenseite einseitig nach Krukenberg Versorgter
waren röngenologisch o.B. ..... 10 Ellbogengelenke

zeigten leichte arthrotische Veränderungen in allen 3 Teilgelenken ..... 3 "

in 2 Teilgelenken ..... 1 Ellbogengelenk

in 1 Teilgelenk ..... 1 "

In allen 5 Fällen von leichter Arthrosis deformans der Gegenseite sind auch die Ellbogengelenke der nach Krukenberg umgewandelten Unterarme mehr oder weniger befallen.

Von 5 der 28 geröntgten Ohnhänder konnten Röntgenbilder, die nach dem Handverlust, aber vor der Krukenberg-Operation angefertigt wurden, eingesehen werden. Erstaunlicherweise zeigt sich in allen 5 Fällen heute der gleiche Gelenkbefund, wie vor 12 bis 15 Jahren. Differenzen der Befunde finden sich nur an den Stumpfspitzen (s.u.). Es bestehen bei 3 dieser 5 Untersuchten geringe arthrotische Veränderungen und 2 mal sind am Ellbogengelenk keine Auffälligkeiten. Dabei werden diese Greifarme ständig benutzt, sie sind funktionstüchtig. 4 von diesen 5 Untersuchten sind als Büroangestellte regelmäßig berufstätig.

Gestatten diese Zahlenangaben auch keine statistisch gesicherten Rückschlüsse, so läßt sich doch feststellen:

1. Nur ein Viertel aller überhaupt Untersuchten hatte Beschwerden oder wies klinische Befunde im Ellbogengelenk auf.
2. Von den röntgenologisch Kontrollierten hatten ca. ein Drittel gesunde Ellbogengelenke an ihren Greifzangen.
3. Schwerste Arthrosen sind äußerst selten. Den Hauptanteil von etwa der knappen Hälfte der röntgenologisch Untersuchten bestreiten die leichten Arthrosen.
4. Bei Ohnhändern mit beidseits angelegtem Krukenbergarm treten entweder beiderseits in etwa gleichem Maße oder überhaupt nicht arthrotische Veränderungen auf. Bei Ohnhändern, die einseitig nach Krukenberg versorgt wurden, treten auf der Greifarmseite sicher auch arthrotische Veränderungen auf, wenn die Gegenseite befallen ist. Die Krukenberg-Seite ist meist aber auch dann befallen, wenn die Gegenseite ein gesundes Ellbogengelenk aufweist (9 von 10 mal).
5. Von den 3 Teilgelenken des Ellbogengelenkes werden Humero-Radial- und Radio-Ulnar-Gelenk etwa gleich oft befallen, das Humero-Ulnar-Gelenk dagegen häufiger (etwa 3:3:4).
6. Die schweren und mittleren Arthrosen finden sich gerade bei den Ohnhändern die sehr viel und kräftig ihre Greifarme benutzen, also körperlich Arbeitende und solche, die Versehrtensport treiben. Ähnliches läßt sich auch von den Untersuchten mit Knochenspornen sagen (s.u.).

Ohne Überwertung der gefundenen Ergebnisse läßt sich doch sagen:

1. Die zwangsläufig veränderte Beanspruchung des Ellbogengelenkes durch den veränderten Bewegungsmechanismus und durch die veränderten Druckbelastungen führt leichter zu Verschleißerscheinungen als an einem normal belasteten Ellbogengelenk.

2. Bei der Bewertung der arthrotischen Veränderungen an Greifarm-Ellbogengelenken kann man sie als ein positives Zeichen werten, denn sie zeigen an, daß die Greifarme viel und mit Erfolg eingesetzt wurden. Dem entspricht auch die häufige Beobachtung, daß die Ohnhänder mit offensichtlich arthrotischen Veränderungen weniger über Beschwerden klagen und oft auch noch besser funktionierende Greifarme haben (Kraft, Spitzenschluß) als die weniger Beschäftigten, Energieärmeren mit oft viel belangloseren, objektiven Befunden.

Zu einer entsprechend ähnlichen Beurteilung kommt STREICHER in seiner Arbeit, der von 2 Patienten mit arthrotischen Beschwerden in Greifarmellbogengelenken berichtet.

B 1. Zur Anatomie des proximalen Unterarmabschnittes nach der Krukenberg-Operation

Knochen, Zwischenknochenmembran und Muskulatur sind im proximalen Drittel unverändert. Im Bereich des Greifarmspaltes ist die Zwischenknochenmembran durchtrennt. Die Muskulatur ist durch die Operation teilweise verlagert, bei einigen Operationsverfahren sogar teilweise exstirpiert. Die proximalen Ursprünge und Ansätze sind natürlich unverändert belassen. Bei der Krukenberg-Operation, modifiziert nach KREUZ, d.h. insbesondere ohne Muskelexstirpation (Durchblutung, Polsterung der Stumpfspitze !) verteilen sich die Muskeln folgendermaßen:

Radialbranche:
1. Ein Teil des Extensor digitor.communis
2. Extensor carpi radialis longus und brevis
3. Extensor pollicis longus und brevis
4. Abductor pollicis longus

Ulnarbranche:
1. Zweiter Teil des Extensor digitor.communis
2. Extensor carpi ulnaris
3. Extensor digiti quinti proprius

Dabei ist zu beachten, daß sich KREUZ immer entschieden wehrte, ein starres Verteilungsschema gelten zu lassen.

Bei der Krukenberg-Operation nach K.H.BAUER, LATKOWSKI u.a.. d.h. mit Muskelexstirpation,werden zur Erzielung graziler Branchen alle scheinbar nicht unmittelbar wirksamen Muskeln reseziert. In Übereinstimmung mit K.H.BAUER und STREICHER wären das volar: 1. Flexor pollicis longus
2. Flexor digitor.superficialis und profundus
3. Palmaris longus
4. Flexor carpi radialis und ulnaris

dorsal: 1. Extensor pollicis longus und brevis
2. Abductor pollicis longus
3. Extensor carpi radialis
4. Extensor digitorum communis

Zur Funktion der Muskeln: Pro- und Supination werden in gleicher Weise wie beim normalen Unterarm ausgeführt, nur daß für die Pronation der getrennte Pronator quadratus wegfällt. Welche Muskeln die Radiusab- und adduktion an der Greifzange bewerkstelligen, ist nicht genau zu definieren, den 1. sind die Öffnungs- und Schließungsbewegungen der Greifzange nicht exakt von Pro- und Supination zu trennen, 2. ist sie von der individuellen, relativ unschematischen Muskelverteilung bei der Operation abhängig, 3. unterliegt die Innervation weitgehend psychischer Steuerung. Aus der Dissertation von RAUTENBERG ergeben sich ferner Vorbehalte durch die Differenz der Anschauungen über die Funktion der einzelnen Muskeln zwischen verschiedenen Autoren und den elektrischen Reizversuchen an den entsprechenden Muskeln. Dieses Verfahren isolierter Muskelreizung liefert einigermaßen zuverlässige Ergebnisse. Danach abduzieren den Radius bei den elektrischen Reizversuchen:

1. Biceps
2. Brachio-radialis
3. Pronator teres

4. Extensor carpi radialis longus
5. Extensor carpi radialis brevis
6. Flexor carpi radialis
7. Radialer Teil des Flexor digitorum su erficialis
   (Nach v. Volkmann sind 1. bis 4. Hauptöffner,
   Nr. 5 bis 7. unterstützende Öffner)

Den Zangenschluss bewirken nach RAUTENBERG's elektrischen Reizversuchen:

1. Flexor carpi ulnaris
2. Brachioradialis
3. Ulnarer Teil des Flexor digitorum superficialis
4. Extensor carpi ulnaris
5. Extensor digitorum communis

Von VOLKMANN stellt fest,daß es eine anatomigsche Gegebenheit sei, daß einer reichlich vorhandenen Öffnungsmuskulatur eine geringen Zahl von Schließmuskeln gegenüber stünde. Nach v. VOLKMANN wird der Zangenschluß in erster Linie bewirkt vom:

1. Supinator
2. Pronator teres
3. Flexor carpi radialis

und unterstützt von:

1. Biceps
2. Abductor pollicis longus
3. Extensor pollicis longus

und den von RAUTENBERG genannten Schließmuskeln.

KIESSELBACHER kam zu ähnlichen Ergebnissen.

Dagegen sprechen die Ergebnisse unserer Messungen, die für die Kraftmessung an 124 Greifzangen 74 mal eine größere Schließ- als Öffnungskraft ergab, nur 45 mal eine größere Öffnungs- als Schließkraft und nur 5 mal waren Öff-

nungs- und Schließkraft gleich. Außerdem liegt der Mittelwert der Schließkraft höher (5,4 kg), als der der Öffnungskraft (4,8 kg).

Von VOLKMANN spricht dem Flexor carpi radialis, dem Flexor digitorum superficialis und dem Extensor digitorum communis wegen ihres annähernd Radius-parallelen Verlaufes nur geringe schließende Wirkung zu. Für den "wahren Krukenberg-Muskel" hält er den Supinator, er überspannt als einziger Muskel in guter Angriffsrichtung den Zwischenknochenraum. Der Pronator teres sei ohne schließende Wirkung und bewirke nur die Führung der Schließbewegung gegen die supinatorische Komponente des Supinators beim Schließen.

Dagegen spricht unsere Beobachtung der Radiusstellung auf den Röntgenbildern, beurteilt nach der Stellung des Tuberculum radii. Danach fanden sich bei 29 seitlichen Aufnahmen von geöffneten Greifarmen 19 in Supination, 8 in Mittelstellung und nur 2 in Pronation. Bei 28 Aufnahmen von geschlossenen Greifarmen fanden sich 18 in Pronation, 8 in Mittelstellung, 2 in Supination.

Ein nicht unbeträchtlicher Schließer sei - nach v. VOLKMANN - ferner der Biseps. Das stünde nicht im Widerspruch zu seiner öffnenden Wirkung, sondern sei durch das Lacertusphänomen erklärbar: Der Lacertus fibrosus ist als Bicepsnebensehne bei Pronation schlaff und nur bei Supination gespannt. Auf diese Weise wird die Bicepskraft auch auf die Ulnarbranche umgeleitet.

B 2. Sekundärveränderungen in Ellbogengelenknähe und proximalem Unterarmabschnitt

Hierbei spielen degenerative Prozesse keine Rolle, sondern es handelt sich lediglich um posttraumatische Veränderungen: Myositis ossificans traumatica, Pseudarthrosen, radio-ulnare Synostosen nach Frakturen und schließlich Exostosen. In unserem Zusammenhang interessieren nur letztere. Die durch sie

hervorgerufenen Komplikationen bestehen nach BECK möglicherweise in Druck auf Nerven und Gefäße, Einschränkung der Beweglichkeit eines Gelenkes, gelegentlich auch in (druckatropischer) Muskelschädigung, sekundärer Schleimbeutelbildung und Fraktur einer Exostose (Literaturnachweis bei SJÖVALL), praktisch selten in sarkomatöser Entartung.

MORDEJA bezeichnet Exostosen als knöcherne Skelettauswüchse, die solitär oder multipel auftreten. Er unterscheidet nach ätiologischen Gesichtspunkten 3 Gruppen:

1. Traumatische Exostosen
2. Solitäre Exostosen als gutartige Geschwülste, d.h. Osteochondrome
3. Multiple, kartilaginäre Exostosen.

SJÖVALL verdeutlicht, daß der Begriff Exostose Verschiedenes beinhaltet:

1. Konfigurationsanomalie überhaupt,
2. eine reaktive Veränderung des Knochensystems und
3. echte neoplastische Gebilde, vorzugsweise gutartigen, selten bösartigen Charakters.

Die Heredität der multiplen, kartilaginären Exostosen gilt als erwiesen, die der solitären als unwahrscheinlich, trotz der gleichen histogenetischen Natur.

Bei den solitären Exostosen ist eine exakte Trennung zwischen Exostose mit eigener Wachstumstendenz auf biologischer Grundlage und der Exostose als eine Art funktioneller Anpassung an Muskel- und Sehnenzug, d.h. rein mechanischer Genese nötig.

Die traumatische Exostose kann nach akutem oder chronischem Trauma entstehen. Bei akutem z.B. handelt es sich meistens um Absprengungen, bzw. Verlagerung osteogenen Gewebes aus der periostalen Kambiumschicht. Nach Traumen ohne Fraktur entstehen bei Periostabhebungen durch einen Bluterguß über eine Periostitis ossificans ebenfalls Exostosen. Ein Vergleich mit dem ossifizierenden Weichteilhämatom, bzw. zur Myositis ossificans circumscripta traumatica scheint ge-

rechtfertigt. Die Exostosen sind in der Mehrzahl gelenkentgegengesetzt, seltener gelenkwärts gerichtet.

Exostosen als Folge chronischer Traumen sieht man an Sehnenansätzen mit ständiger Zug- oder Druckbeanspruchung, also z.B. Calcaneus-, Olecranon-, Patellar- oder Occipitalsporne.

Die Fahndung in der amerikanischen Forschung nach infektiöser, sogar spezifischer (Go.) Genese, erwies sich für den Regelfall als Sackgasse. Wahrscheinlich ist die Ansicht HOHMANNs zutreffend, daß es sich hier um eine rein mechanische Ätiologie handeln muß: Provokation der osteogenen Potenzen des Periostes durch Überbelastung der dort inserierenden Muskeln.

BECK erwähnt als Beispiel für das Wachstum der Exostosen in Richtung des größten Muskelzuges, daß Sporne im Adduktorenbereich des Oberschenkels proximalwärts, im Bereich der fibularen Muskeln distalwärts gerichtet seien.

Ein Grund für schlechten Spitzenschluß, vor allem für anfangs guten sich langsam verschlechternden Spitzenschluß kann Spornbildung an beiden Unterarmknochen sein. (Spitzenschlußmittelwerte ca. 2,0 cm proximal der Branchenspitzen. Von 130 Greifzangen, deren Spitzenschluß gemessen wurde, hatten 24 einen Spitzenschluß von 3 cm proximal und z.T. noch wesentlich darüber aufzuweisen.)

Wir fanden in unserer Untersuchungsserie isolierte Weichteilverkalkungen verschiedenster Größe, Exostosenbildung am Schaft von Elle und Speiche, und zwar sowohl spornförmig und damit deutlich gerichtet, als auch diffuse, unregelmäßige Periostreaktionen.

Bei der klinischen Untersuchung der 108 Ohnhänder wurde nur 4 mal ein Sporn getastet ! (Von diesen konnte nur einer geröntgt werden.) Dagegen fanden sich bei den Aufnahmen der 28 geröntgten Ohnhänder 7 Radius- (s. kasuistischer Anhang: 4. Beispiel) und 10 Ulnaschaftexostosen (s. kasuistischer Anhang: 5. Beispiel). Der Schluß liegt nahe, daß mit großer Wahrscheinlichkeit bei der klinischen Untersuchung der 108

Ohnhänder eine große Zahl von Spornbildungen der Erfassung entgangen ist.

Die Sporne liegen meist proximal der Commissur, soweit sich das nach den Weichteilschatten auf den Röntgenaufnahmen sehen ließ. Isolierte Weichteilverkalkungen sahen wir 11 mal. Bemerkenswert ist, daß zwischen Ellbogenarthrose und den Veränderungen am Unterarm kein unmittelbarer Zusammenhang gesehen werden kann, dagegen wohl zwischen Vorhandensein und Grösse von Weichteilverkalkungen und Stumpfspitzenexostosen. Von 11 mal gefundenen Weichteilverkalkungen gehörten zu 5 dieser Unterarme gesunde Ellbogengelenke, zu 3 dieser Unterarme leicht arthrotisch veränderte Ellbogengelenke, und nur zu 2 Unterarmen mit Weichteilverkalkungen gehörten Ellbogengelenke mit mäßig starker Arthrose. Dagegen fanden sich in allen 11 Fällen von Weichteilverkalkungen Stumpfspitzenexostosen verschiedenen Ausmasses.

Ein ähnliches Bild vermittelt auch der Vergleich zwischen Auftreten von Radiusspornen mit dem Zustand der zugehörigen Ellbogengelenke. Von 7 Radiusspornen gehörten zu 3 Sporträgern gesunde, zu 2 Sporträgern leicht arthrotisch veränderte Ellbogengelenke, zu je einem Radiussporträger eine mittlere und eine schwere Arthrose des Ellbogengelenkes. Dagegen sind bei allen Sporträgern Stumpfspitzenexostosen nachweisbar, soweit die Rötngenbilder der Stumpfspitzen vorliegen (2 mal fehlen sie).

Entsprechende Vergleiche bei Ulnasporträgern ergeben: Von 9 Ulnasporträgern (mit 10 Ulnaspornen) hatten 3 ein gesundes, 4 ein leicht arthrotisch verändertes, je einer ein mäßig und ein schwer arthrotisch verändertes Ellbogengelenk. Soweit die zugehörigen Röntgenbilder vorhanden sind (1 mal fehlend), haben alle Ulnasporträger auch Stumpfspitzenexostosen verschiedenen Ausmasses.

A.N. WIFF meinte auf Grund seines Materials noch, nur am Radius bildeten sich Sporne. Er beschrieb sie als in die Commissur ragend und meist im Verlauf der Chorda obliqua

liegend. Ursache sei der kräftige Zug auf die neue distale Begrenzung der Zwischenknochenmembran bei Radiusbewegungen der Greifzange. Die stärkste Auswirkung dieses neuen funktionellen Reizes liegt nach A.N. WITT am radialen Membranansatz. Für einen indirekten Beweis dieses ätiologischen Erklärungsversuches hielt er, daß er keine Ulnasporne gefunden hatte. Die Spornbildung selbst faßte er als funktionelle Ossifikation auf, eventuell durch konstitutionelle Momente gefördert, analog der produktiven Weichteilossifikation, wie Olecranon-, Calcaneussporn usw. (s.o.). Er verwahrt sich aber gegen eine Gleichsetzung mit Myositis ossificans traumatica, da das Trauma "Operation" schon zu lange zurückliege, obwohl nach LEXER alle Muskeln nach Traumen zu Verknöcherung neigen, wenn sie innige anatomische Beziehung zum Knochen haben (breit einstrahlender Faseransatz).

Auch er erhebt den Befund, daß der am Knochen aufsitzenden Spornbasis meist gegeneinander verschiebliche weitere (ein oder mehrere) Knochenteilchen vor- oder übergelagert sind. Er erklärt diesen Befund der bindegewebigen Septen als Ermüdungszonen, als Folge funktioneller Spornbelastung in Analogie zu den Pseudarthrosen nach Ermüdungsfrakturen. In der Literatur wird ferner von einem distalgelegenen Ulnasporn an einem Krukenberg-Greifarm berichtet und zwar in der Dissertation von RAUTENBERG.

Aus den Befunden unserer Untersuchungsserie ergibt sich, daß von den 7 Radiusspornen 5 gelenkentgegengesetzt gerichtet sind und nur 1 gelenkwärts weist. Dieses Verhältnis entspricht dem in der Literatur von Exostosen in Gelenknähe überhaupt.

Einer der 7 Radiussporne muß als unregelmäßige Periostose bezeichnet werden. Nach dem Faserverlauf müßte ein gelenkwärts gerichteter Sporn der Ansatzsehne des Biceps (Chorda obliqua) folgen. Das trifft aber für die gelenkentgegengesetzt verlaufenden Radiussporne nicht zu. Denkbar wäre eine große Beanspruchung durch Zug von der fixierten Ulna her

bei Radiusabduktion für den Teil des Flexor digitorum superficialis, der auf die Radialbranche verlegt wurde. Dieser Teil ist meist viel größer, als der auf der Ulnarbranche verbleibende Teil.

Im Gegensatz zu A.N.WITT, der 2 bis 3 Jahre nach der Operation seine Beobachtungen über am Krukenberg-Greifarm aufgetretene Spornbildungen publizierte, fanden wir jetzt 12 bis 15 Jahre nach der Operation unter den 28 geröntgten Ohnhändern zehn mit Ulnaspornen. Davon verlaufen einer gelenkwärts und sechs gelenkentgegengesetzt. Einer ist nur eine glasstecknadelkopfgroße und -runde vorgewölbte Periostose. Bei zwei Ulnaspornen handelt es sich um unregelmäßige, ungerichtete Periostosen.

Isolierte Weichteilverkalkungen (s. 2. Beispiel im kasuistischen Anhang) wurden 11 mal aus den Röntgenbildern der 28 Ohnhänder diagnostiziert. Davon waren nur 4 Ohnhänder nicht auch gleichzeitig Spornträger. Das gleichzeitige Auftreten von Sporn und isolierten Weichteilverkalkungen in unseren Aufstellungen ist z.T. damit zu erklären, daß bei vollständigen querverlaufenden Trennlinien zwischen Spornbasis und Spornspitze letztere zunächst als isolierte, dem eigentlichen Sporn vorgelagerte Weichteilverkalkung betrachtet wurde. Ob diese offensichtlich getrennten Knochenteilchen ursprünglich ein einheitlicher Sporn waren, kann ohne laufende Kontrolle der Spornentwicklung nicht mit Bestimmtheit gesagt werden. Die Trennlinien als Frakturlinien zu bezeichnen, bedeutet Übernahme eines unbelegten, ätiologischen Deutungsversuches in den Befund. Daß Exostosen frakturierten, wird zweimal in der Literatur berichtet (1. ESAU und 2. COUVELAIRE zitiert nach SJÖVALL) ! Das Phänomen der Ermüdungszonen und -frakturen bei dauernder Einwirkung einer gerichteten Kraft ist auch bekannt. Da WITT in seinen Operationsbefunden derbe, bindegewebige Septen, wie bei Pseudarthrosen fand, ist sein Deutungsversuch für die Ursache dieser Trennungslinien nicht unberechtigt.

Die Suche nach speziellen und definierbaren Faktoren, die zur Spornentstehung und Weichteilverkalkung in den Greifarmen führen, war in unserer Untersuchungsserie letzten Endes ergebnislos. Es wurde die Radiusstellung bei Öffnen und Schließen der Zange bei Spornträgern kontrolliert und mit den Aufnahmen der Nichtspornträger verglichen: Dabei ergaben sich keine wesentlichen Unterschiede. Auch die gemessenen Werte der Kraftentwicklung beim Öffnen und Schließen erbrachten keine Anhaltspunkte für eine Besonderheit, etwa ein Überwiegen der Öffnungskraft oder besonders hohe oder niedrige Werte für die Kraftentfaltung. Im Gegenteil: Die Werte für die Kraftentwicklung streuen meist um den errechneten Mittelwerte, mit leichter Neigung zu höheren Werten hin. Von den 28 geröntgten Ohnhändern wiesen also 18 isolierte Weichteilverkalkung, Spornbildung oder beides auf. Eine Aufstellung der Operateure ergab, daß 12 der 18 nach dem KREUZ'schen Verfahren operiert wurden, darunter jene 5, die gelenkentgegengesetzte Radiussporne tragen. Daraus läßt sich aber kein sicherer Schluß ziehen, denn von 140 Krukenberg-Plastiken stammen allein 69 aus der KREUZ'schen Schule.

Abschließend läßt sich nur sagen, daß Spornbildung im proximalen Unterarmabschnitt bei Menschen mit Händen und bei Amputierten, die einen nicht gespalteten Unterarmstumpf haben, kaum vorkommt, und daß Spornbildung an Krukenberg-Greifarmen relativ häufig festzustellen ist. Es gibt aber weder eine Ursache, noch mehrere genauer definierbare Faktoren, die notwendigerweise zur Spornbildung führen. Der Erklärungsversuch A.N. WITTs bezieht sich erstens nur auf die gelenkwärts gerichteten Radiussporne, ein Befund, den wir nur einmal sahen, und zweitens ist dieser Deutungsversuch auch nur hypothetisch. Es müssen weiterhin die Krukenberg-Operation an sich und individuell verschiedene Faktoren für die Spornbildung beim Krukenberg-Greifarm verantwortlich gemacht werden.

C 1. Die anatomischen Verhältnisse der distalen Enden beider Unterarmknochen nach der Krukenberg-Operation

Nach der Krukenberg-Operation ist infolge Spaltung der Membrana interossea der Zusammenhalt von Elle und Speiche in der distalen Hälfte der Unterarmknochen aufgehoben. Das bedeutet funktionell gesehen keine Nachteil, da ein neues tastempfindliches Greiforgan geschaffen wurde. Die Stumpfspitzen sind meist nachamputiert und tragen nur noch in den seltensten Fällen Gelenkflächen.

C 2. Sekundärveränderungen an Amputationsstümpfen überhaupt

MARQUARDT nennt Ekzeme und Ulzerationen der Narben, besonders bei Einziehungen, Schwielen und Keloidbildung an Narben, Ödeme und Stauungen, trophische Störungen, Neurome, Kontrakturen und als regressive Vorgänge Sequester- bzw. Fistelbildung, als regenerative Prozesse Osteophyten oder Stumpfspitzenexostosen durch Reizung des Stumpfkuppenperiostes. Zur VERTH führt in seiner Arbeit über Stumpfkrankheiten noch Atrophie von Muskulatur, besonders bei Prothesenträgern, Atrophie des Knochens, diese intrastrukturell, d.h. ohne Formveränderungen, sekundäre Schleimbeutelbildungen (als "Gelenke" des Knochens gegen Weichteile) und die sog. Prothesenrandknoten an. Bezüglich der Ödeme, Stauungen und anderer trophischer Störungen erinnert zur VERTH daran, daß die Amputation biologisch minderwertige, neue Endorgane schafft, die nicht so kunstvoll der besonderen Beanspruchung als Akren angepaßt sind. Das gilt besonders für die Blut- und Nervenversorgung (in normalen Akren bestehen doppelte Gefäßböden, reichliche Anastomosen, terminale Arkaden, Einlagerung der Gefäße in druckunbelastete Partien). Exostosenwachstum beobachtete er in Richtung des Muskel- und Sehnenzuges oder der Zwischenknochenhaut. Ihre Formen beschrieb er als meist hakenförmig zur Seite umbiegend. Seltener zu sehen seien exzes-

sive Wucherungen. Zum zur VERTH'schen Vortrag sagte WOLFF in der Diskussion, daß die sog. Stumpfspitzenexostosen größtenteils keine echten Exostosen seien, daß es sich vielmehr um verkalkte, resp. verknöcherte Periostteile handle, was dem Ergebnis von 18 histologischen Exostosenuntersuchungen bei Nachamputationen zu entnehmen sei. Er sah bei der zirkulären Periostabsetzung an den konisch-idealen Stumpfenden wallartige Randverdickungen. Die Mehrzahl der Exostosenfälle fanden sich bei nicht scharfrandig, sondern unregelmäßig gezackten, ausgefranst abgesetzten Periostschläuchen. Nur in 2 Fällen konnte er echte Exostosen nachweisen. Sie sind gekennzeichnet durch unmittelbare Ausstülpung der Kompakta in den Knochenauswuchs.

Sekundärveränderungen an den Stumpfspitzen des Krukenberg-Greifarmes

Wir beschränken uns in unserem Zusammenhang auf knöcherne Veränderungen an den Stumpfspitzen (s. im kasuistischen Anhang 3. und 4. Beispiel). Leider sind die Stumpfspitzen auf den Röntgenaufnahmen der 28 geröntgten Ohnhänder oft nicht mehr mit abgebildet. Auch bei den Ohnhändern mit einseitigem Greifarm ist das auf der Gegenseite oft der Fall, so daß ein Urteil über die Häufigkeit von Stumpfspitzenexostosen bei unserem Krankengut auf Grund einer statistischen Auswertung nicht abgegeben oder gestützt werden kann. Getastet wurden Stumpfspitzen nur 2 mal. Soweit Aufnahmen der Stumpfspitzen beider Unterarme vorliegen, sind sowohl bei beidseitigem Krukenberg-Greifarm, als auch bei Ohnhändern mit einseitigem Greifarm in der Mehrzahl entweder beiderseits Stumpfspitzenexostosen nachweisbar oder beiderseits nicht. Lediglich das Ausmaß differiert gelegentlich zwischen rechts und links.

Stumpfspitzenexostosen nur an einem der beiden Unterarmknochen einer Seite sind selten, es kommt aber gelegentlich vor. Gänzlich glatt begrenzte Stumpfspitzen sind ebenfalls selten, aber auch das kommt manchmal vor.

Zwischen dem Zustand des Ellbogengelenkes - gesund oder arthrotisch - und Stumpfspitzenexostosen kann kein Zusammenhang erblickt werden. Häufig finden sich Stumpfspitzenexostosen auch bei gesundem Ellbogengelenk. Sofern die Stumpfspitzen mit projiziert wurden, finden sich bei Sporträgern und Ohnhändern mit isolierten Weichteilverkalkungen im Unterarm ausnahmslos auch Stumpfspitzenexostosen. Geringfügige Ausziehungen kommen wesentlich öfter vor als größere Stumpfspitzenexostosen. Meist sind sie klein, spitz und häkchenförmig, selten ringwulstartig, pilzförmig oder "umgekrempelt". Die Formen sind individuell verschieden. Bemerkenswert ist, daß die Röntgenaufnahmen, die in Bad Tölz vor oder kurz nach der Krukenberg-Operation gemacht wurden, mit Ausnahme eines Falles glatt begrenzte Stumpfspitzen zeigen. Die Entwicklung von Stumpfsputzenexostosen scheint also eine Amputationsspätfolge zu sein. Daß sie nennenswerte funktionelle oder andere Beschwerden verursachten, wurde nicht berichtet.

C 3. Ursachen und eventuelle Verhütung von Stumpfspitzenexostosen

Die Untersuchungsergebnisse in den Kapiteln B 2. und C 2. lassen den Eindruck entstehen, daß es eine individuelle, sehr unterschiedliche Reaktionsbereitschaft des Periostes geben muß (siehe im kasuistischen Anhang besonders das 5. Beispiel!). Diese wird am gesunden Skelett nicht manifest, sondern zeigt sich erst nach groben Traumen oder bei dauernd veränderter Beanspruchung. Hierzu sind Operationstraumen, wie Amputationen und die Greifarmplastik zu rechnen. Die Greifarmtätigkeit bringt im Verhältnis zur normalen Unterarmfunktion stets eine veränderte Beanspruchung mit sich.

Einen Zusammenhang zwischen dieser Reaktionsbereitschaft des Periostes und degenerativen Gelenkveränderungen konnten wir nicht bemerken.

Für die Annahme einer individuellen periostalen Reaktionsbereitschaft spricht das gleichzeitige Bestehen von Spornbildung und isolierten Weichteilverknöcherungen einerseits und von Stumpfspitzenexostosen andererseits.

Wenn man also für diese Exostosenbildung weder eine spezielle Operationstechnik oder eine bestimmt medico-mechanische Nachbehandlung, noch den Beruf verantwortlich machen kann, so ist in dieser Beziehung auch nicht die Beachtung vorbeugender Maßnahmen möglich.

Die individuelle Neigung zu Periostreaktionen läßt sich nach unseren Untersuchungen bereits relativ frühzeitig nach der ersten Amputation aus den eventuellen Stumpfspitzenveränderungen diagnostizieren. Bedenkt man, daß gewisse Verknöcherungsprozesse, wie z.B. Myositis ossificans circumscripta durch Prednisolon-Präparate zur Rückbildung gebracht werden können, so wäre zu überlegen, ob man nicht mit Gaben solcher Präparate während und nach der Greifarm-Operation Sporn- und Spitzenexostosenbildungen eindämmen kann. Das wäre aber nur dann der Fall, wenn sich diese Fehlentwicklung regelmäßig funktionell nachteilig auswirken würden. Unsere Untersuchungen ließen eine solche zwangsläufige Konsequenz nicht feststellen.

K A S U I S T I K

1.Beispiel: Beginnende Arthrosis def.im Ellbogengelenk des Greifarms und freier Gelenkkörper

W.E.,35 J., sehend, Krukenberg-Greifarm bds.
Im Mai 1944 Explosion einer Schützenmine beim Aufnehmen, Abriß beider Hände
Im Nov.1945 Krukenberg-Operation re./Operateur: M.Lange Bad Tölz
Im Mai 1946 Krukenberg-Operation li./Operateur: M.Lange

Beruf vor der Verwundung:	Kaufm.Angestellter
Schicksal nach der Verwundung:	1947/51 im Schwerverletztenheim Diessen a.A. 1954 Umschulung in Bad Pyrmont. Seit 1955 Verwaltungsangestellter
Kraftentwicklung beim Öffnen:	re. 5,0 kg li. 3,25 kg
Kraftentwicklung beim Schliessen der Greifzange:	re. 5,5 kg li. 5,0 kg

Er erhielt mehrere, verschiedene Prothesen, trägt aber keine mehr. Er ist sehr geschickt und weitgehend unabhängig von fremder Hilfe.

Klinischer Befund an den Ellbogengelenken:	re.Knirschen und Reiben bei Bewegungen im Ellbogengelenk; stechende Schmerzen bei extremer Beugung; Strecken/Beugen in Grad: 180/40

li.keine Beschwerden angegeben;
Strecken/Beugen i.Grad:
180/30

Klinischer Befund an der Ulnastumpfspitze re.:

Noch im Bauchhautlappenbereich in pfenniggroßem Bezirk eine kleine,knötchenförmige Verdickung tastbar,die druckschmerzhaft ist.Er hat an dieser Stelle immer wieder Beschwerden.

Röntgenbefund:
Zu Abb. 1)
Re.Ellbogengelenk und Unterarm nach Krukenberg-Operation, Greifarm geschlossen,seitlich: (Radius in Pronation)
Alle Gelenkflächen sind nicht deutlich erkennbar.Auszie-hungen an der Ellenzange.Poröse Knochenstruktur aller beteiligten Gelenkteile.Proximal der Oberarmrolle an der Volarseite des Oberarmschaftes projiziert sich ein bohnengroßer, ovaler, kalkdichter, unregelmäßig begrenzter Schatten,der an den Oberarmschaft angrenzt und sich zum Teil auf die Oberarmrolle projiziert.
Der längere Radiusstumpf zeigt keine Besonderheiten.Auf die Ulnastumpfspitze projiziert sich z.T.ein ca.1,5 cm langer polypähnlicher kalkhaltiger Schatten,der dorsalwärts gerichtet ist.

Diagnose (aus diesem Bild und noch weiteren Aufnahmen in anderer Stellung und Ebene):
Beginnende arthrotische Veränderungen im Ellbogengelenk.Bohnengroße Gelenkmaus.
Minimale Stumpfspitzenexostose am Radius.
Isolierter,kirschkerngroßer,kalkhaltiger Schatten in den Weichteilen neben der Ulna-Stumpfspitze.

Vergleichsweise die Rö.diagnose vom linken Greifarm:
Ellbogengelenk o.B.;
Mäßige Stumpfspitzenexostosen an beiden Unterarmknochen.

Der Patient unterzog sich bei uns einer Nachoperation wegen seiner Beschwerden am re.Greifarm.
Der Op.Befund war ein freier Gelenkkörper im Bereich der Schmerzhaftigkeit im Ellbogengelenk und eine sulzig-derbe Weichteilverhärtung an der Ulnastumpfspitze,die sich histologisch als chronisch entzündlicher Schleimbeutel diagnostizieren ließ.

2.Beispiel: Isolierte Weichteilverkalkung

W.G., 32 J., sehend, Greifarm li.
Im März 1942 nach einer Verwundung Erfrierungen 3. Grades an Händen und Füßen,die eine Absetzung im Handgrundgelenk li. und im Bereich der Mittelhandknochen re. notwendig machten.
Im Sept.1944 Krukenberg-Operation li. im Oskar-Helene-Heim Berlin (Dir.Prof.Kreuz)

Beruf vor der Verwundung:	Landw. Lehrling
Schicksal nach der Verwundung:	Seit 1946 Verw.Angestellter (Telefonist)in Landratsamt
Kraftentwicklung beim Öffnen:	4,5 kg
Kraftentwicklung beim Schliessen der Greifzange:	7,6 kg

Er trägt wegen des Publikumverkehrs über dem re.Stumpf eine Schmuckhand,ist in seinem Beruf voll einsatzfähig, treibt Versehrtensport,braucht zu den täglichen Verrichtungen nur teilweise fremde Hilfe.

Klinischer Befund an den Ellbogengelenken:	bds.o.B.,auch keine subjektiven Beschwerden angegeben. Strecken/Beugen i.Gr.: 180/35 bds.

Röntgenbefund:
Zu Abb. 2)
Li.Ellbogengelenk und Unterarm nach Krukenberg-Operation, Greifarm geöffnet,seitlich (Radius in Supination)
Gelenkflächen an Oberarmrolle und Ellenzange auffällig entrundet.Die Gelenkflächen des Radiusköpfchens erscheinen beide glatt,die des Radio-Ulnargelenkes zeigt jedoch eine zackenförmige Ausziehung nach distal.Die Ulnarzange umgreift die Oberarmrolle zu etwa 2/3.
Im proximalen Unterarmabschnitt projiziert sich in den Zwischenknochenraum ein etwa erbsgroßer,nicht ganz runder kalkdichter Schatten.
An den Stumpfspitzen beider Unterarmknochen geringfügige Ausziehungen.

Diagnose li.: Mäßige arthrotische Veränderungen im Ellbogengelenk,vorwiegend im Humero- und Radio-Ulnargelenk.
Weichteilverkalkung im Zwischenknochenraum.
Geringfügige Stumpfspitzenexostosen an beiden Unterarmknochen.

Die Röntgenkontrollaufnahme der Gegenseite zeigte ein normales Ellbogengelenk.

3.Beispiel: Schwere Ellbogengelenksarthrose,Olecranonsporn Unterarmschaft-Periostosen

H.H., 61 J., sehend, Greifarm re.
Im Okt.1941 Abriß beider Hände beim Minenaufnehmen.
Ferner Verlust des re.Auges und Netzhautriß li.
Im März 1942 Krukenberg-Operation re. im Oskar-Helene-Heim Berlin (Dir.Prof.Kreuz)
Im Febr.1943 Sauerbruch-Operation li.

Beruf vor der Verwundung: Straßenmeister
Schicksal nach der Verwundung: Febr.1944 Entlassung von der Wehrmacht;

Im März 1944 in Landratsamt zu arbeiten begonnen; Heute: Landratssekretär (Statistik)

Kraftentwicklung beim Öffnen: 3,5 kg
Kraftentwicklung beim Schliessen der Greifzange: 5,0 kg

Erhielt Hufnerhand re..die er nicht mehr trägt.Den Sauerbrucharm benutzt er und hält die Kombination beider Operationsmethoden für sehr günstig.Er benötigt zwar für die täglichen Verrichtungen z.T. fremde Hilfe, leistet aber doch die meisten Arbeiten (Beruf) allein.

Klinischer Befund an den Ellbogengelenken:

re.Streck- und Beugehemmung aber keine Beschwerden, kein Knirschen oder Krachen.
Strecken/Beugen i.Gr.: 160/50

li.o.B.
Strecken/Beugen i.Gr.: 180/40

Röntgenbefund:
Zu Abb. 3)
Re.Ellbogengelenk und Unterarm nach Krukenberg-Operation. Greifarm geschlossen,seitlich (Radius in Pronation) Gelenkflächen der Oberarmrolle.Ellenzange und des Radiuskopfchens zeigen deutliche Konturunebenheiten.Der Gelenkspalt erscheint sehr schmal.Unregelmäßige Ausziehungen über der Oberarmrolle.am Kronenfortsatz.an der Olecranonspitze und cranial gerichtet am ulnaren Rad des Radiuskopfchens. Das Proximale Ulnaende wirkt vergröbert,der Olecranonwinkel zeigt deutlich eine Spornbildung am Tricepsansatz.Wolkige Periostosen an der Unterseite des Kronenfortsatzes.kleine Periostosen im proximalen Drittel an

Radius und Ulna auf den einander zugerichteten Kanten und eine große, relativ unregelmäßig begrenzte, radialwärts gerichtete Periostose am distalen Ulnaende geben ein unruhiges Bild der Diaphysenbegrenzung beider Unterarmknochen.
Die Stumpfspitzen zeigen pilzförmige Exostosen, ulnar ausgeprägter als radial.

Diagnose: Schwere Arthrosis def. aller 3 Teilgelenke des Ellbogens.
Olecranonsporn.
Ausgeprägte, unregelmäßige Periostosen an den Diaphysen beider Unterarmknochen.
Stumpfspitzenexostosen an Elle und Speiche.

Die Kontrolle der Gegenseite zeigte ein Ellbogengelenk mit beginnenden arthrotischen Veränderungen.

4.Beispiel: Ausgeprägter Radiussporn bei guter Greifarmfunktion

H.H., 47 J., sehend, Krukenberg li.
Im Jan.1944 krepierte durch MG-Beschuß eine eigene Handgranate, dabei Abriß beider Hände und kleinere Kopfverletzungen
Im Aug.1944 Krukenberg-Operation li./Operateur: Boos
Beruf vor der Verwundung: Kraftfahrer
Schicksal nach der Verwundung: 1947 Feldschütz
1947/54 Wäschereimaschinist
1954 Milchfahrer
jetzt wieder Kraftfahrer (1,5 t)

Kraftentwicklung beim Öffnen: 7,5 kg
Kraftentwicklung beim Schliessen des Greifarmes: 5,5 kg

Trägt weder re. noch li. Prothesen, da sie ihn beim Autofahren hinderlich sind. Er braucht zwar für die täglichen Verrichtungen z.T. fremde Hilfe, ist aber selbständig in der Berufsarbeit als Fahrer eines Lieferwagens.

Klinischer Befund an den Ellbogengelenken: Bds.o.B.und keine Beschwerden
Strecken/Beugen i.Gr.:
180/35 bds.

Röntgenbefund:
Zu Abb. 4)
Li.Ellbogengelenk und Unterarm nach Krukenberg-Operation, Greifarm geöffnet, seitlich: (Radius in Mittelstellung der Umwendbewegung)
Konturen der Gelenkflächen leicht gewellt und verwaschen. Gelenkspalt weit,aber etwas unregelmäßig.Die Ellenzange umfaßt die Oberarmrolle zu zwei Dritteln.Arthrotische Ausziehungen an Olecranonspitze,Spitze des Kronenfortsatzes und der Fossa coronoidea - zwischen diesen wahrscheinlich Spangenbildung - an ulnarer und radialer Seite der Radiuscircumferenz nach proximal und distal.Im proximalen Drittel des Radiusschaftes eine plumpe,konische Ausziehung,an deren Basis die Corticalis unverändert verläuft.Der Exostose vorgelagert in gleicher Richtung ist ein schmales, kegelförmiges Knochenstückchen,dessen Spitze distal ulnarwärts gerichtet ist. Beide Gebilde liegen - nach den Weichteilschatten zu urteilen - proximal der Commissur.An den Stumpfspitzen unregelmäßige,kleine Exostosenbildung.

Li. Elbogengelenk und Unterarm, nach Krukenberg-Operation a.p.:
Die Gelenkfläche der Oberarmrolle erscheint glatt,Auffällig ist die scharfe Zacke zwischen Capitulum und Trochlea humeri. Die Gelenkfläche der Ellenzange ist verwaschen,die der Fovea des Radiusköpfchens glatt. Beide Gelenkflächen des proximalen Radio-Ulnar-Gelenkes sind stark gewellt. Am unteren Rand der ulnaren Gelenkfläche findet sich eine Ausziehung. Weitere Ausziehungen sind an der medialen Kante des Kronenfortsatzes und der entsprechenden Trochleabegrenzung sichtbar.Zwischen beiden scheint Zangenbildung zu bestehen. Gelenkspalt unterschiedlich weit. Im proximalen Drittel des

Radiusschaftes plumpe,ulnar-distalwärts gerichtete Periostose. In gleicher Richtung, zum Teil auf die Ulna projiziert, ein zweites Knochenstück. Die Stumpfspitzen von Elle und Speiche zeigen beide medialwärts gerichtete,mäßige Exostosen.

Diagnose: Arthrosis deformans des Ellbogengelenkes;
Radiussporn (gelenkentgegengesetzt) mit vorgelagertem, kalkdichtem Schatten;
Stumpfspitzenexostosen an Elle und Speiche.

Die Röntgenkontrolle der Gegenseite zeigte ein normales Ellbogengelenk, Splitter im Bereich des gesamten Unterarms und Stumpfspitzenexostosen an Elle und Speiche.

5.Beispiel: Sehr große individuelle Reaktionsbereitschaft des Periostes

P.W., 35 J., sehend, Greifarm rechts
Im März 1944 Abriß beider Hände beim Minenaufnehmen. Ferner Verlust des rechten Auges.
Im Sept.1944 Krukenberg-Operation rechts/Operateur: Boos
ca. 1946 Sauerbruch-Operation links/ Operateur: M.Lange
Beruf vor der Verwundung: Bau- und Kunstschlosser
Jetzt: Keiner

Trägt weder Schmuckhand für den Greifarm,noch die Sauerbruchprothese links.Er ist sehr geschickt und braucht kaum fremde Hilfe.

Klinischer Befund an den Ellbogengelenken: bds.o.B. Keine subjektiven Beschwerden angegeben.
Strecken/Beugen i.Gr.:
180/30 bds.

Röntgenbefund:
Zu Abb. 5)
Re.Ellbogengelenk und Unterarm nach Krukenberg-Operation, Greifarm geschlossen, schräg:

Wegen Überbelichtung Gelenkkonturen nur undeutlich erkennbar,vermutlich ebenmäßig.Entlang des Ulnaschaftes in seiner proximalen Hälfte mehrere Ausziehungen, z.T. isoliert im Zwischenknochenraum liegend. Die proximale kleinere Ausziehung ist gelenkentgegengesetzt gerichtet,die distale größere gelenkwärts.Vom Radiusschaft geht noch im proximalen Drittel eine mächtige,etwa 1,5 cm hohe und 2 cm breite Ausziehung gelenkentgegengesetzt aus,auf die sich proximal und distal zwei isolierte,kleinere kalkdichte Schatten abbilden. An den Stumpfspitzen von Elle und Speiche kleinere Ausziehungen,die z.T.abgebrochen,punktförmig neben den Stumpfspitzen liegen.

Re.Ellbogengelenk u. Unterarm nach Krukenberg-Operation, Greifarm geöffnet, seitlich:
Gleicher Befund wie in der schrägen Aufnahme.

Diagnose: Wahrscheinlich normales Ellbogengelenk;
Radiussporn (gelenkentgegengesetzt);
Prox.Ulnasporn (gelenkentgegengesetzt);
Dist.Ulnasporn (gelenkwärts);
Kleinere Weichteilverkalkungen im Zwischenknochenraum;
Stumpfspitzenexostosen an beiden Unterarmknochen.

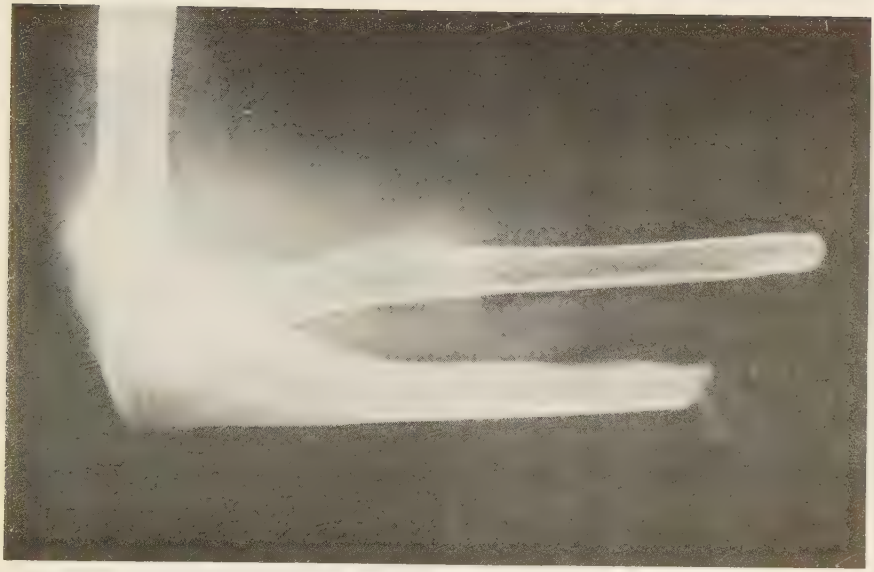


Abb. 1 (W.E.)

Abb. 2 (W.G.)

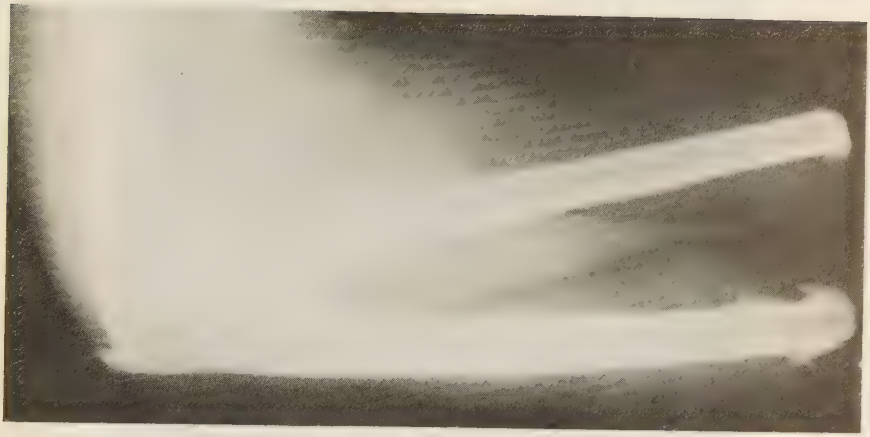


Abb. 3 (H.H.) 61 J.

Abb. 4 (H.H.) 47 J.

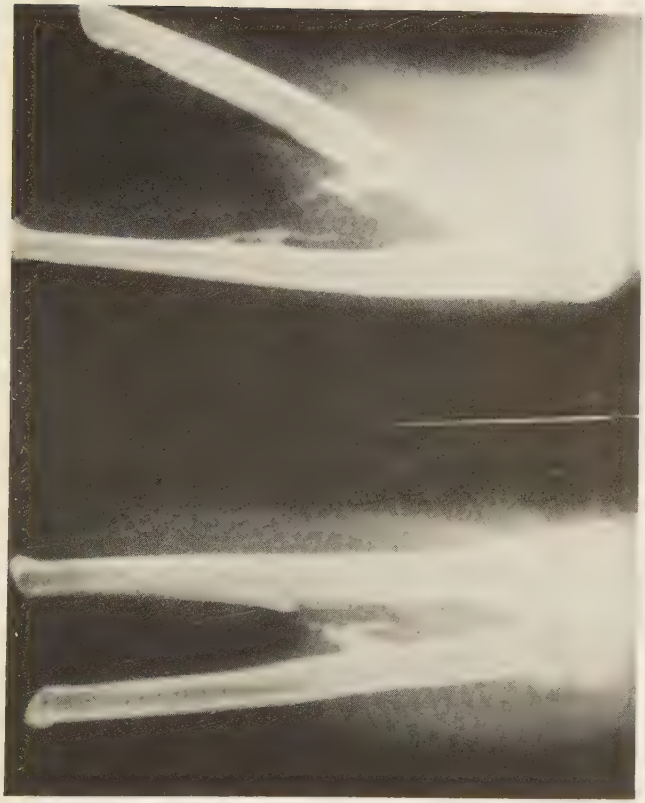


Abb. 5 (P.W.)

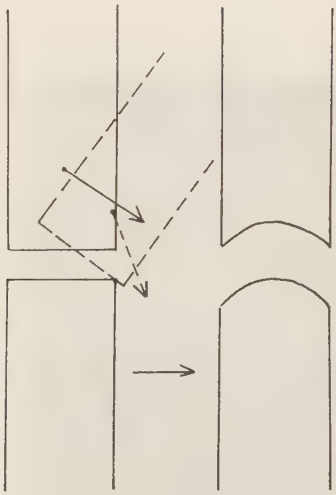


Abb. 6 a

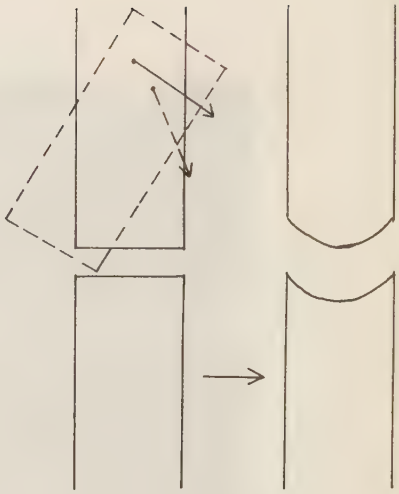


Abb. 6b

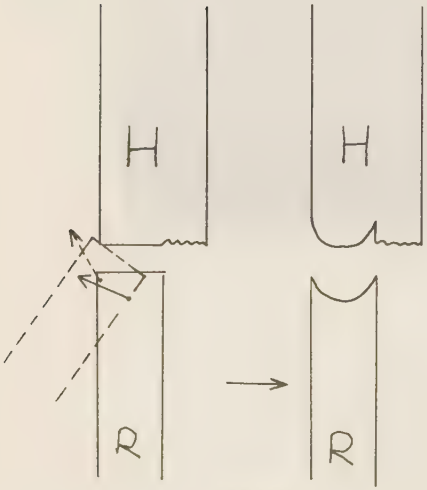


Abb. 7a

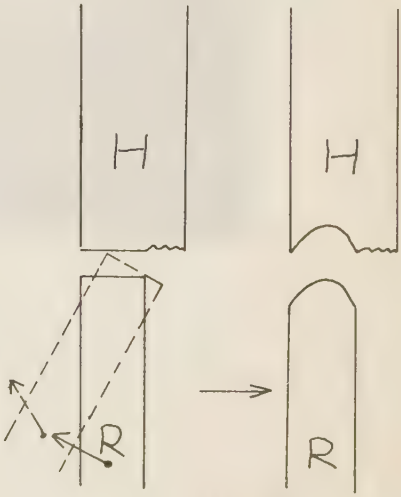


Abb 7b

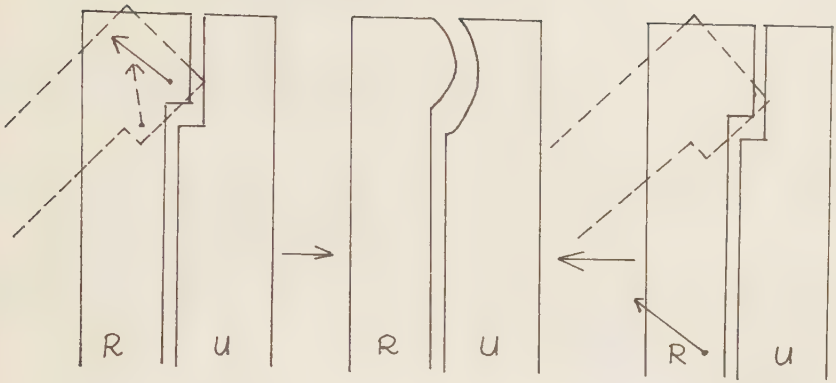


Abb. 8

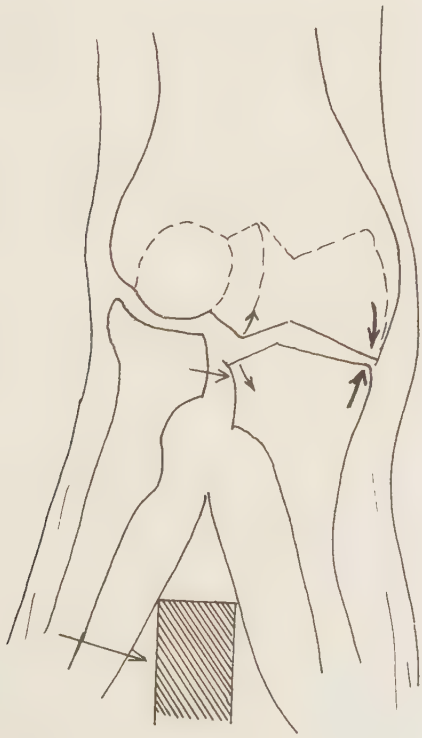


Abb. 9

ZUSAMMENFASSUNG

Gegenstand dieser Arbeit sind die röntgenologisch nachweisbaren Sekundärveränderungen an Krukenberg-Greifarmen ca. 15 - 18 Jahre nach der Operation.

Aufgabe war, diese Veränderungen zu beschreiben und zu definieren. Es sollte geklärt werden, ob ein gesetzmäßiger Zusammenhang mit der plastischen Operation bestehen könnte. Ferner sollte eruiert werden, ob und inwieweit durch derartige Sekundärveränderungen die Funktion des Greifarmes beeinträchtigt werden kann.

Es wurde zunächst dargelegt, welche Sekundärveränderungen am Ellbogengelenk und am Unterarm einmal bei unverletzten Personen und zum andern bei Ohnhändern mit ungespaltenen Unterarmstümpfen vorkommen und also nicht typische Folgen der Krukenberg-Operation sein können.

Danach wurde jeweils auf das eigentliche Anliegen - die Sekundärveränderungen an Greifarmen - eingegangen.

Zusammenfassend läßt sich sagen:

1. Das Humero-Ulnar-Gelenk wird von den drei Teilgelenken des Ellbogengelenkes nach der Krukenberg-Operation am auffälligsten mehr und anders beansprucht als in einem normalen Ellbogengelenk.

2. Eine Ellbogenarthrose wird bei unverletzten, beruflich nicht sonderbelasteten Menschen selten manifest. Die klinischen und pathologisch-anatomischen Statistiken über ihre Häufigkeit weichen erheblich voneinander ab.

3. Arthrosis deformans geringen und mittleren Grades ist in Greifarm-Ellbogengelenken durch den veränderten Bewegungsmechanismus und die veränderte Druckbelastung häufiger als an normal belasteten Ellbogengelenken.

4. Bei der Bewertung der arthrotischen Veränderungen in

Greifarm-Ellbogengelenken läßt sich feststellen, daß eine Arthrose meist in häufig, kräftig und geschickt gebrauchten Greifarmen auftritt, daß aber eigentlich selbst bei arthrotischen Reibegeräuschen nie über subjektive Beschwerden geklagt wurde. Solche subjektiven Beschwerden empfanden in der Regel die Energieärmeren, weniger Beschäftigten, deren Greifarme dann oft auch mangels Übung weniger gut funktionierte, deren Röntgenbefund aber meist relativ belanglos war.

5. Im Bereich der Diaphysen beider Unterarmknochen spielen normalerweise nur posttraumatische Schäden eine Rolle.

6. In einer absolut zufälligen Gruppe von 28 Ohnhänder aus der ganzen Untersuchungsgruppe von 108 Ohnhändern, die ein- oder beidseitig nach Krukenberg versorgt waren, fanden wir 7 Radius-, 10 Ulnasporne und 11 mal isolierte Weichteilverkalkungen. Diese Veränderungen konnten gelegentlich Ursache eines nicht einwandfreien Spitzenschlusses sein, verursachten selten Schmerzen, führten aber nie zur völligen Funktionstüchtigkeit.
Ein ursächlicher Zusammenhang zwischen diesen Neubildungen und dem jetztigen Beruf des Ohnhänders, den verschiedenen Operationsmethoden oder den degenerativen Ellbogengelenksveränderungen läßt sich nicht erkennen.
Auch den veränderten Ansätzen und Bewegungsmomenten einiger Unterarmmuskeln könnte nur der Chrakter auslösender Faktoren zugesprochen werden.
Unsere Bemühungen, exakt definierbare, allgemeingültige Ursachen für die Exostosenbildung zu finden, waren vergeblich. Es muß eine individuelle, graduell sehr unterschiedliche, periostale Reaktionsbereitschaft angenommen werden. So können auch Amputation und plastische Operation nur als auslösende Faktoren gelten.

7. Das gleiche gilt für die Ausbildung von Stumpfspitzenexostosen; diese konnten zwar häufig röntgenologisch nachgewiesen werden, verursachten aber nie eine Beeinträchtigung der Funktion.

L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

1. B e c k , W.: Die unfallbedingte Exostose und mögliche Folgen. Mschr.Unfallhlk.54:141(1951).

2. B o o s , O.[+]: Versorgung von Ohnhändern. Schattauer-Verlag,Stuttgart 1960.

3. B u c k - G r a m c k o , D.[+]: Hat sich die Krukenberg-Operation bewährt und ist sie im Hinblick auf die modernen Handprothesen noch indiziert. Z.Orth.85:460(1955).

4. F i c k , R.: Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke. Bd.I : 40 ff. :187 ff.(1904) Bd.III:283 ff.(1911) G.Fischer,Jena.

5. H a c k e n b r o c h , M.[+]: Degenerative Gelenkerkrankungen. Handbuch der Orthopädie I.Bd.:407 ff. G.Thieme,Stuttgart 1957.

6. H o s s f e l d , G., S t o p e , H.: Ein Beitrag zur Muskelphysiologie des Krukenberg-Greifarmes. Kongr.Orth.Ges.1947 Beil.Z.Orth.78:65.

7. K i e n b ö c k , R.: Über solitäre Exostosen. Z.Orth.55:392(1931).

8. K i e s s e l b a c h , A.: Die anatomischen Grundlagen der Krukenberg-Operation. Ärztl.Wschr.1.-2.,H.25-26 (1947).

ders.: Bewegungsanalyse des Krukenbergarmes in verschiedenen Stellungen. Morph.Jahrb.90:40(1951).

9. K r e u z , L.: Die Herrichtung des Unterarmstumpfes zum natürlichen Greifarm nach dem Verfahren Krukenbergs. Z.Chir.71:37-38(1944).

10. M a r q u a r d t , E.: Gliedmaßenamputationen und Gliederersatz.S.93-94 Wissenschaftl.Verl.Ges., Stuttgart 1950.

11. M o r d e j a : Über Exostosen. Z.Orth.85:606(1955).

12. P i t z e n , P.: Kurzgefaßtes Lehrbuch der Orthopädischen Krankheiten. S.56 ff.,74-75,174 Urban u.Schwarzenberg,München-Berlin-Wien,1957.

13. R a u t e n b e r g , E.[+]: Über die Versorgung von Unterarmamputationsstümpfen nach dem Verfahren Krukenbergs. Diss.Göttingen 1946.

14. S c h u l t e , J.: Über Ätiologie und Diagnose der Arthritis deformans des Ellbogengelenkes. Dt.Z.Chir.170:398(1922).

15. S j ö v a l l , H.: Über solitäre Exostosen. Chirurg 15:737(1943).

16. S t r e i c h e r , H.-J.[+]: Greifarm- und Greifhandplastik beim Ohnhänder. Chirurg 11:505 ff.(1960).

ders.: Spätergebnisse der Greifarm- und Greifhandplastik. Tagung der Mittelrhein. Chirurgen-Vereinigung Frankfurt 1957 und Hefte Unfallhlk.60(1959).

17. z u r V e r t h : Stumpfkrankheiten. Arch.Orth.34:223(1934)

18. v. V o l k m a n n , R.: Die Muskelfunktionen im Krukenbergarm sowie einige operative Folgerungen. Verh.dtsch.Orth.Ges.36. Kongr.1947.

ders.: Muskelfunktion im Krukenbergarm. Beil.Z.Orth.80:293(1951).

19. W e i l , S.[+]: Osteochondrosis dissecans und die degenerativen Erkrankungen des Ellbogengelenkes. Handbuch der Orthopädie III.Bd.:353 ff. G.Thieme,Stuttgart 1959.

20. W i t t , A.N.: Der Radiussporn beim Krukenberg-Greifarm. Zbl.Cir.:400(1948).

21. W o l f f : Diskussionsbeitrag über Stumpfspitzenexostosen zum Vortrag von zur Verth. Arch.Orth.34(1934).(vgl. Nr.17.)

22. W u s t m a n n , O.[+]: Die Chirurgie des Ellbogengelenkes. S.114-124,213,267,271 W.de Gruyter,Berlin 1954.

[+]Dieser Hinweis bedeutet, daß in dieser so bezeichneten Arbeit ausführliche, weiterweisende Literaturangaben zu finden sind.

Herrn Prof. Dr. med. Otto Boos bin ich für die Überlassung des Themas und sein stets verständnisvolles Entgegenkommen zu besonderem Dank verpflichtet. Herrn Dr. med. Peter Simon danke ich sehr für seine Anregungen und Ratschläge bei den Untersuchungen und bei der Durchführung der Arbeit. Ferner möchte ich dem Ev. Studienwerk Villigst meinen Dank aussprechen, das mir den Abschluß meines Studiums und die Ausführung der Dissertationsarbeit durch ein Stipendium ermöglichte.

Lebenslauf

Am 2.12.1937	wurde ich, Helga Franke, als Tochter des Buchhändlers Hans Franke und seiner Ehefrau Eva Franke, geb. Gaul, in Berlin geboren.
1955	legte ich in Radebeul/Sachsen nach 12-jährigem Schulbesuch in Ostrau, Radeburg und Radebeul/Sa. das Abitur ab und begann anschließend das Medizinstudium in Leipzig.
1957	studierte ich ein klinisches Semester in Mainz.
1958	arbeitete ich ein Werksemester im Ruhrgebiet im Rahmen des Ev. Studienwerkes Villigst.
Seit dem WS 1958/59	studierte ich in Tübingen und absolvierte
1961	das medizinische Staatsexamen.